

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 640 760**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **88 16861**
⑤1 Int Cl⁸ : G 01 S 5/16 // G 05 D 1/02.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20 décembre 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPi « Brevets » n° 25 du 22 juin 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DU BATIMENT CSTB, Etablissement Public.* — FR.

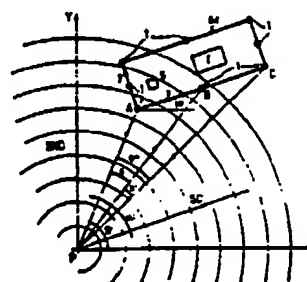
⑦2 Inventeur(s) : Jean-Luc Salagnac.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Procédé et système de localisation d'un mobile.

⑤7 L'invention concerne des moyens de localisation d'un mobile M dans un plan fixe repéré par des axes PX, PY. Au point P est placé un laser qui émet un faisceau SD tournant à une vitesse ω constante, qui vient frapper successivement trois photo-détecteurs 1 fixés au mobile M en des points A, B, C. Celui-ci comporte en outre un récepteur S qui reçoit un signal non directionnel SND diffusé par un émetteur fixe à chaque fois que le faisceau SD passe par une direction de référence PX. La position du mobile M est calculée à partir des angles θ , α , α' déduits de la mesure des intervalles de temps séparant le passage du faisceau SD par la direction PX et par les points C, B et A précités.



FR 2 640 760 - A1

Procédé et système de localisation d'un mobile

La présente invention se rapporte tout d'abord à un procédé de localisation, par rapport à un repère fixe, d'un mobile évoluant en s'écartant peu ou pas d'un plan, tel qu'un véhicule se déplaçant sur un terrain sensiblement plan.

Ce procédé consiste essentiellement

a) à mesurer les angles sous lesquels sont vus, d'un point fixe, trois segments rectilignes colinéaires ou non, ayant une extrémité commune deux à deux, et à en déduire la position du point fixe par rapport au mobile en tant que point d'intersection des cercles lieux des points d'où l'on voit lesdits segments sous les angles mesurés respectifs,

b) à mesurer l'angle entre une direction fixe de référence et la droite joignant le point fixe à l'une des extrémités de l'un desdits segments, et à déterminer l'angle que fait cette droite avec l'un desdits segments qui aboutit à ladite extrémité,

c) et à déduire des résultats obtenus la position et/ou l'orientation du mobile par rapport au repère fixe.

Il convient bien entendu que les segments précités, liés au mobile, soient parallèles au plan moyen d'évolution de celui-ci.

D'une manière très simple, le point d'intersection desdits cercles peut être déterminé comme étant le point d'intersection des droites qui passent par les extrémités desdits segments et sont perpendiculaires aux droites joignant les centres desdits cercles pris deux à deux.

Quant à la mesure des angles précités, elle est de préférence effectuée par mesure des intervalles de temps séparant les instant respectifs de passage par les extrémités desdits segments d'une droite tournant autour du point fixe avec une vitesse angulaire constante, ainsi que, à chaque tour, l'intervalle de temps séparant l'instant où ladite droite tournante est parallèle à la direction fixe de référence et l'instant où elle passe par l'extrémité de segment mentionnée au paragraphe b) ci-dessus.

L'invention a également pour objet un système de localisation d'un mobile par rapport à un repère fixe permettant de mettre en oeuvre le procédé. Ce système comprend un émetteur placé en un point fixe et produisant un signal directionnel (c'est-à-dire
05 une onde émise de façon directive sous la forme d'un faisceau très fin) suivant une direction tournant dans un plan fixe, et au moins trois détecteurs placés sur le mobile (aux extrémités, alignées ou non, des segments précités), recevant à son passage le signal directionnel et délivrant, en réponse, des signaux à un dispositif
10 de traitement qui calcule, à partir de ceux-ci, la position du mobile dans le repère fixe; la vitesse de rotation du signal directionnel est constante, et un second émetteur est associé à l'émetteur de signal directionnel, qui diffuse un signal non directionnel constitué par une impulsion émise lorsque la
15 direction du signal directionnel coïncide avec une direction fixe de référence, le signal non directionnel étant reçu par un récepteur placé sur le mobile; le dispositif de traitement est conçu pour calculer, à partir des intervalles de temps séparant les divers signaux délivrés par lesdits détecteurs et par ledit
20 récepteur, la position et/ou l'orientation du mobile dans le repère fixe. De préférence, le dispositif de traitement effectue le calcul des coordonnées du point fixe d'émission du signal directionnel dans un repère lié au mobile, puis les coordonnées d'un point du mobile (coïncidant en pratique avec l'un des
25 détecteurs) par rapport au repère fixe.

Dans une forme d'exécution avantageuse, le dispositif de traitement détermine les coordonnées, dans un repère lié au mobile, des centres des trois cercles passant par ledit point fixe et par
chacun de trois couples de détecteurs pris deux à deux, puis les
30 équations de deux au moins des droites joignant lesdits détecteurs au point fixe, puis les coordonnées du point fixe en tant que point d'intersection desdites droites.

Par ailleurs, il convient que le dispositif de traitement calcule l'angle entre la direction de référence et la direction dans laquelle est vu, du point fixe, l'un des détecteurs, l'angle de la droite joignant le point fixe à ce détecteur avec un axe lié au mobile et, à partir de ces deux angles, l'angle de cet axe avec la direction de référence.

En général, on placera plus de trois détecteurs sur le mobile, disposés de façon que trois au moins d'entre eux soient toujours en vue du point fixe d'émission, quelle que soit l'orientation du mobile, le dispositif de traitement étant alors conçu pour choisir, parmi les signaux délivrés par les détecteurs à chaque tour du signal directionnel, les trois sur lesquels portera le traitement.

Afin d'éviter que, du fait des écarts éventuels du mobile par rapport à son plan moyen d'évolution, tel ou tel des détecteurs placés à son bord ne soit plus visible du point d'émission du signal directionnel, il convient de donner à ceux-ci une certaine élongation transversalement au plan balayé par le signal directionnel, qui est parallèle audit plan moyen. Chaque détecteur peut alors avantageusement être composé d'une série de cellules détectrices alignées suivant une direction transversale audit plan, ce qui permet au dispositif de traitement de déduire de la cote de la cellule qui a répondu dans chaque détecteur au cours d'un tour du signal directionnel, la hauteur et/ou l'assiette du mobile par rapport audit plan.

Lorsque, du fait des dimensions ou de la configuration de l'aire d'évolution du mobile, celui-ci échapperait en certaines parties de celle-ci à la vue du point d'émission du signal directionnel, il convient de partager cette aire en plusieurs zones dont chacune est équipée d'un dispositif d'émission de signal directionnel et de signal non directionnel, et d'équiper le mobile d'un dispositif de commande assurant la mise en service du dispositif d'émission de la zone dans laquelle il pénètre et l'arrêt du dispositif d'émission de chaque autre zone.

De préférence, le signal directionnel mis en oeuvre est constitué par le faisceau lumineux émis par un laser tournant, les détecteurs placés sur le mobile étant des photo-détecteurs.

05 L'invention trouve application dans la localisation de mobiles très divers, se déplaçant dans un plan soit horizontal, éventuellement affecté d'inégalités (tels que des engins évoluant sur un chantier de travaux publics), soit incliné, soit vertical (tels que des échafaudages mobiles). Les principaux avantages sont les suivants :

10 - aménagement de l'environnement réduit au minimum (l'équipement fixe est concentré en un seul point, le point d'émission du signal directionnel);

- simplicité du calcul de la position du mobile, qui autorise une exécution du calcul en temps réel;

15 - possibilité de monter une superstructure sur le mobile constitué par un véhicule, sans risque d'occulter la perception des signaux de localisation, du fait que le point d'émission se trouve à l'extérieur du mobile et que celui-ci ne comporte que des détecteurs de réception, qui peuvent être disposés sur son pourtour;

20 - facilité d'extension vers des systèmes plus complexes mettant en oeuvre plusieurs dispositifs d'émission, le mobile pouvant déclencher le fonctionnement de celui dont la situation est la plus appropriée.

25 D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, en regard des dessins annexés, d'exemples de réalisation non limitatifs.

Les figures 1, 2A et 2B illustrent les fondements géométriques du procédé selon l'invention.

30 La figure 3 illustre géométriquement les différentes étapes du procédé selon l'invention.

La figure 4 représente schématiquement, en plan, un système de localisation d'un mobile selon l'invention.

La figure 5 représente schématiquement, en perspective, les principaux éléments d'un dispositif d'émission appartenant à un système de localisation selon l'invention.

05 La figure 6 représente schématiquement, en élévation, un mobile équipé de détecteurs s'étendant en hauteur.

La figure 7 représente schématiquement, en perspective, un mobile équipé de détecteurs semblables à ceux de la figure 6, constitués par des empilements de cellules détectrices.

10 La figure 1 montre tout d'abord un segment AB de longueur b, défini par les coordonnées x_A, y_A et x_B, y_B de ses extrémités A, B dans un repère orthogonal xOy. On sait que le lieu des points P d'où on voit ce segment sous un angle donné α est un cercle G passant par les points AB, le segment AB étant vu sous un angle 2α du centre O de ce cercle, situé sur la médiatrice HP_0 du segment AB.

Connaissant l'angle α sous lequel est vu le segment AB, on peut définir le cercle G par les coordonnées x_0, y_0 de son centre O en passant par les étapes suivantes :

- équation de la médiatrice HP_0 :.

20 $y - y_H = m_1 (x - x_H)$

avec

$$m_1 = - (x_A - x_B) / (y_A - y_B)$$

$$x_H = (x_A + x_B) / 2$$

$$y_H = (y_A + y_B) / 2$$

25 - équation de la droite portant le rayon OA :

$$y - y_A = m_2 (x - x_A)$$

avec

$$m_2 = \operatorname{tg} (\alpha + \operatorname{Arc} \operatorname{tg} m_1)$$

30 - coordonnées du centre O du cercle G, situé à l'intersection des droites HP_0 et OA :

$$x_0 = (y_H - y_A + m_2 x_A - m_1 x_H) / (m_2 - m_1) = f(A, B, \alpha)$$

$$y_0 = [(m_2 y_H - m_1 y_A + m_1 m_2 (x_A - x_H))] / (m_2 - m_1) = g(A, B, \alpha),$$

35 les expressions $f(A, B, \alpha)$ et $g(A, B, \alpha)$ signifiant que les coordonnées x_0, y_0 du centre O sont fonctions des coordonnées des points A et B et de la valeur de l'angle α .

Il en résulte que si l'on connaît la valeur des deux angles α et α' sous lesquels sont vus respectivement, d'un même point P, deux segments AB et BC donnés, les points A, B et C pouvant être alignés (figure 2A) ou non (figure 2B), il est possible de déterminer la position du point P comme intersection des deux cercles G et G', lieux des points d'où l'on voit respectivement le segment AB sous l'angle α et le segment BC sous l'angle α' . Ces deux cercles se coupent, outre au point B, au point P cherché; par suite, connaissant les équations, dans un repère déterminé, des deux cercles G et G', il est possible de calculer les coordonnées du point P.

On se reportera maintenant à la figure 3, où l'on retrouve deux segments AB et BC, définis dans le repère xOy par les coordonnées du point A (x_A, y_A), du point B (x_B, y_B) et du point C (x_C, y_C). Le point P est celui d'où l'on voit le segment AB sous un angle α , le segment BC sous un angle α' et le segment AC sous un angle $\alpha'' = \alpha + \alpha'$. Le point P est situé à l'intersection du cercle G de centre O, passant par les points A, B et P, du cercle G' de centre O', passant par les points B, C et P et du cercle G'' de centre O'', passant par les points A, C et P. Le point P est également à l'intersection de droites AP, BP et CP, dont la construction est très simple, chaque droite passant par un point connu (A, B ou C) et étant perpendiculaire à une droite (OO'', OO' ou O'O'') de pente calculable puisqu'elle passe par deux des centres des cercles dont les coordonnées peuvent être déterminées.

Cette dernière remarque permet de calculer aisément les coordonnées x_P, y_P du point P dans le repère xOy , suivant les étapes suivantes :

Coordonnées des centres des cercles G, G', G'' :

$$O : x_O = f(A, B, \alpha) \quad y_O = g(A, B, \alpha)$$

$$O' : x_{O'} = f(B, C, \alpha') \quad y_{O'} = g(B, C, \alpha')$$

$$O'' : x_{O''} = f(A, C, \alpha'') \quad y_{O''} = g(A, C, \alpha'')$$

Pentes des droites des centres (deux suffisent) :

$$OO'' : m = (y_O - y_{O''}) / (x_O - x_{O''})$$

$$OO' : m' = (y_O - y_{O'}) / (x_O - x_{O'})$$

Pentes des deux droites correspondantes se coupant en P :

$$AP : -1/m$$

$$BP : -1/m'$$

Equations de ces deux droites :

05 $AP : y - y_A = - (x - x_A)/m$

$$BP : y - y_B = - (x - x_B)/m'$$

Coordonnées du point P :

$$x_P = (y_A - y_B + x_A/m - x_B/m') [mm'/(m' - m)]$$

$$y_P = -(my_A - m'y_B + x_A - x_B)/(m' - m)$$

10 On peut inversement calculer les coordonnées du point A (par exemple), soit x_A, y_A , dans un repère XPY dont l'axe PX fait un angle α avec la droite Px parallèle à l'axe Qx du repère xQy. Si l'on appelle θ l'angle que fait la droite PA avec l'axe PX, on a :

15 $x_A = L \cos \theta$

$$y_A = L \sin \theta$$

L étant la longueur du segment PA :

$$L = \sqrt{(x_P - x_A)^2 + (y_P - y_A)^2}.$$

La position des points B et C par rapport au repère XPY peut
20 ensuite être déterminée dans ce repère par calcul de l'angle α , qui a pour valeur :

$$\alpha = \theta + \varphi - \pi,$$

φ étant défini par la pente de la droite AP dans le repère xQy précédemment calculée :

25 $\operatorname{tg} \varphi = -1/m.$

En application des considérations précédentes, on a représenté sur la figure 4 un mobile M pouvant se déplacer dans un plan rapporté à un repère fixe XPY. Au point P est placé un dispositif d'émission qui émet un signal directionnel SD tournant
30 avec une vitesse de rotation ω constante dans le plan XPY, ainsi qu'un signal non directionnel SND, symbolisé par des cercles concentriques entourant le point P, qui est émis à chaque tour du signal directionnel SD lorsque la direction de celui-ci coïncide avec l'axe de référence PX.

Le signal directionnel SD constitué par un étroit faisceau lumineux d'intensité constante émis par exemple par un laser tournant placé au point P, est reçu successivement par trois photo-détecteurs 1 montés sur le mobile en des points A, B, C (alignés dans le présent exemple), à des instants respectifs t_A , t_B et t_C . Le signal non directionnel SND, par exemple un signal hertzien diffusé par une antenne omnidirectionnelle, est reçu par un récepteur S également monté sur le mobile M, à l'instant d'origine t_0 de chaque tour où le faisceau lumineux SD est parallèle à la direction de référence PX, et ce quelle que soit la position du mobile M aux alentours du point d'émission P. Le mobile M est doté en outre d'un dispositif T de traitement des signaux délivrés par les différents éléments récepteurs S, 1 qu'il comporte. Ce dispositif de traitement effectue le calcul, à partir des instants de réception t_0 , t_A , t_B et t_C de ces signaux, des angles a , a' et a'' sous lesquels sont vus du point P les segments AB, BC et AC :

$$\begin{aligned} a &= \omega (t_A - t_B) \\ a' &= \omega (t_B - t_C) \\ a'' &= \omega (t_A - t_C) = a + a' \end{aligned}$$

Connaissant la valeur de ces angles, les coordonnées X_A , Y_A du point A (par exemple) du mobile M dans le repère XPY sont calculées par le dispositif T de la façon indiquée plus haut en regard de la figure 3. L'angle α que fait le segment AB, lié au mobile M, avec la direction de référence définie par l'axe PX est également calculé, à partir de la valeur de l'angle $\theta = \widehat{XPA}$ donnée par

$$\theta = \omega (t_A - t_0).$$

Les paramètres X_A , Y_A et α ainsi déterminés définissent complètement la position (lieu et orientation) du mobile M dans le plan XPY.

Dans l'exemple de la figure 4, le mobile M, de contour rectangulaire, est doté de huit photo-détecteurs 1 disposés aux quatre angles et au milieu des quatre côtés du mobile, de façon que, quelle que soit la position de celui-ci, trois d'entre eux au

moins soient toujours en vue du point P et puissent être touchés par le faisceau lumineux tournant SD. Tous ces photo-détecteurs sont reliés au dispositif de traitement T, lequel choisit trois signaux parmi les signaux que délivrent les photo-détecteurs 1 au passage du faisceau SD, ces trois signaux pouvant être issus de photo-détecteurs aussi bien alignés que non alignés. A partir de ces trois signaux et du signal délivré par le récepteur S, le dispositif T calcule les paramètres de position du mobile M dans le repère fixe XPY et les transmet aux dispositifs de commande des organes moteurs dont est pourvu le mobile M et/ou, via une liaison radio, à un poste de commande (non représenté).

L'équipement d'émission, placé en un lieu fixe correspondant au point P, comprend essentiellement, comme indiqué schématiquement en figure 5, un laser 2 émettant un faisceau horizontal SD, qui tourne à la vitesse angulaire autour d'un axe vertical PZ sous l'action d'un moteur 3. Sur l'arbre 4 reliant ce dernier au laser 2 est calé un disque 5 offrant une fente radiale 6 qui s'étend parallèlement à la direction du faisceau SD. A ce disque est associé un capteur opto-électronique 7 placé dans le plan radial XPZ parallèle à la direction de référence PX, qui délivre une impulsion lorsque la fente 6 du disque 5, donc le faisceau SD passe par cette direction en tournant autour de l'axe PZ. Cette impulsion déclenche l'émission du signal non directionnel SND par un émetteur radio-électrique 8.

Lorsque le mobile M est un véhicule qui doit se déplacer sur une surface inégale 9, comme le sont en pratique la plupart des sols, il convient de donner à chaque photo-détecteur 1 une extension en hauteur h convenable pour qu'il puisse être frappé par le faisceau SD quelles que soient la hauteur et l'assiette du véhicule sur son aire de déplacement (figure 6). De tels capteurs peuvent être réalisés sous la forme de colonnes de petites cellules photo-déetectrices 10 distinctes, empilées les unes sur les autres (figure 7). A partir de la cote z, dans un repère x y z lié au véhicule M, de la cellule 10 de chaque photo-détecteur 1 qui répond au passage du faisceau SD, il est possible de calculer

les paramètres définissant la hauteur et l'assiette du véhicule par rapport au plan de référence fixe XPY.

05 Plus précisément, dans l'exemple de la figure 7, ce sont les cellules 10 situées en des points A', B', C' qui répondent au signal directionnel SD lorsqu'il rencontre les colonnes détectrices 1 montées aux trois points A, B, C du véhicule M. Les coordonnées des points A', B' et C' dans le repère fixe XYZ peuvent être déterminées ainsi qu'il a été expliqué plus haut. Celles-ci permettent de calculer la position des points A, B et C, puisque
10 chacun d'eux se déduit du point A', B', C' correspondant par une translation ayant pour direction celle des colonnes 1, parallèle à l'axe Oz du repère xyz, et pour amplitude les cotes respectives z_1 , z_2 , z_3 des points A', B', C'. La position du plan ABC lié au véhicule M, donc celle de ce dernier par rapport au repère XYZ,
15 peut ainsi être connue.

Revendications

1. Procédé de localisation d'un mobile par rapport à un repère fixe, caractérisé par le fait qu'il consiste essentiellement

05 a) à mesurer les angles (α , α' , α'') sous lesquels sont vus, d'un point fixe (P), trois segments rectilignes (AB, BC, AC) colinéaires ou non, ayant une extrémité commune deux à deux, et à en déduire la position du point fixe (P) par rapport au mobile (M) en tant que point d'intersection des cercles (G, G', G'') lieux des
10 points d'où l'on voit lesdits segments sous les angles mesurés respectifs,

b) à mesurer l'angle (θ) entre une direction fixe (PX) de référence et la droite (PA) joignant le point fixe (P) à l'une (A) des extrémités de l'un (AB) desdits segments, et à déterminer
15 l'angle (φ) que fait cette droite avec l'un desdits segments qui aboutit à ladite extrémité,

c) et à déduire des résultats obtenus la position et/ou l'orientation du mobile (M) par rapport au repère fixe (XPY).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le
20 fait que le point d'intersection desdits cercles (G, G', G'') est déterminé comme étant le point d'intersection des droites (PA, PB, PC) qui passent par les extrémités (A, B, C) desdits segments et sont perpendiculaires aux droites (OO'', OO', O'O'') joignant les centres (O, O', O'') desdits cercles pris deux à deux.

25 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la mesure des angles (α , α' , α'' , θ) précitées est effectuée par mesure des intervalles de temps séparant les instant respectifs (t_C , t_B , t_A) de passage par les extrémités (C, B, A) desdits segments d'une droite (SD) tournant autour du point fixe
30 avec une vitesse angulaire (ω) constante, ainsi que, à chaque tour, l'intervalle de temps séparant l'instant (t_0) où ladite droite tournante est parallèle à la direction fixe de référence (PX) et l'instant (t_A) où elle passe par l'extrémité de segment (A) mentionnée au paragraphe b) de la revendication 1.

4. Système de localisation d'un mobile par rapport à un repère fixe, comprenant un émetteur placé en un point fixe et produisant un signal directionnel suivant une direction tournant dans un plan fixe, et au moins trois détecteurs, alignés ou non, placés sur le mobile, recevant à son passage le signal directionnel et délivrant, en réponse, des signaux à un dispositif de traitement qui calcule, à partir de ceux-ci, la position du mobile dans le repère fixe, caractérisé par le fait que la vitesse de rotation (ω) du signal directionnel (SD) est constante, qu'un second émetteur (8) est associé à l'émetteur (2) de signal directionnel, qui diffuse un signal non directionnel (SND) constitué par une impulsion émise lorsque la direction du signal directionnel (SD) coïncide avec une direction fixe de référence (PX), le signal non directionnel (SND) étant reçu par un récepteur (S) placé sur le mobile (M), et que le dispositif de traitement (T) est conçu pour calculer, à partir des intervalles de temps séparant les divers signaux délivrés par lesdits détecteurs (1) et par ledit récepteur (S), la position et/ou l'orientation du mobile (M) dans le repère fixe (XPY).

5. Système selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le dispositif de traitement (T) effectue le calcul des coordonnées (x_p , y_p) du point fixe (P) d'émission du signal directionnel (SD) dans un repère (xAy) lié au mobile (M), puis les coordonnées (x_A , y_A) d'un point (A) du mobile par rapport au repère fixe (XPY).

6. Système selon la revendication 5, caractérisé par le fait que le dispositif de traitement (T) détermine les coordonnées, dans un repère lié au mobile, des centres (O, O', O'') des trois cercles (G, G', G'') passant par ledit point fixe (P) et par chacun de trois couples de détecteurs (1) pris deux à deux, puis les équations de deux au moins des droites (PA, PB, PC) joignant lesdits détecteurs au point fixe (P), puis les coordonnées (x_p , y_p) du point fixe en tant que point d'intersection desdites droites.

7. Système selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait le dispositif de traitement (T) calcule l'angle (θ) entre la direction de référence (PX) et la direction dans laquelle est vu, du point fixe (P), l'un des
05 détecteurs (en A), l'angle (φ) de la droite (PA) joignant le point fixe à ce détecteur avec un axe (Ax) lié au mobile (M), et, à partir de ces deux angles, l'angle (α) de cet axe (Ax) avec la direction de référence (PX).

8. Système selon l'une quelconque des revendications 4 à
10 7, caractérisé par le fait que plus de trois détecteurs (1) sont placés sur le mobile (M), disposés de façon que trois au moins d'entre eux soient toujours en vue du point fixe (P) d'émission, et que le dispositif de traitement (T) est conçu pour choisir, parmi les signaux délivrés par les détecteurs à chaque tour du
15 signal directionnel (SD), les trois sur lesquels portera le traitement.

9. Système selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé par le fait que les détecteurs présentent une certaine élongation (h) transversalement au plan (PXY) balayé par
20 le signal directionnel (SD).

10. Système selon la revendication 9, caractérisé par le fait que chaque détecteur (1) est composé d'une série de cellules détectrices (10) alignées suivant une direction transversale audit plan, et que le dispositif de traitement déduit, de la cote (z)
25 de la cellule (10) qui a répondu dans chaque détecteur (1) au cours d'un tour du signal directionnel (SD), la hauteur et/ou l'assiette du mobile (M) par rapport audit plan.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, caractérisé par le fait que l'aire d'évolution du mobile est
30 partagée plusieurs zones dont chacune est équipée d'un dispositif d'émission de signal directionnel (SD) et de signal non directionnel (SND), et que le mobile (M) comporte un dispositif de commande assurant la mise en service du dispositif d'émission de la zone dans laquelle il pénètre et l'arrêt du dispositif
35 d'émission de chaque autre zone.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, caractérisé par le fait que le signal directionnel (SD) mis en oeuvre est constitué par le faisceau lumineux émis par un laser tournant, les détecteurs placés sur le mobile étant des photo-détecteurs.

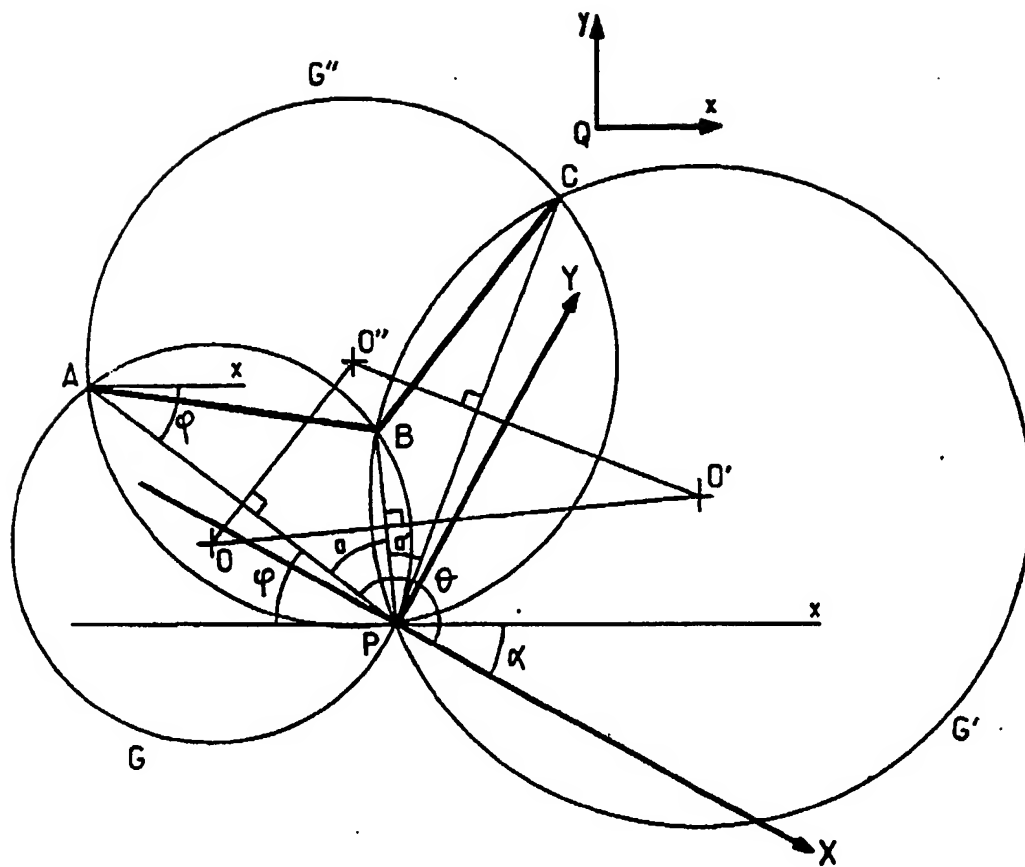


Fig. 3

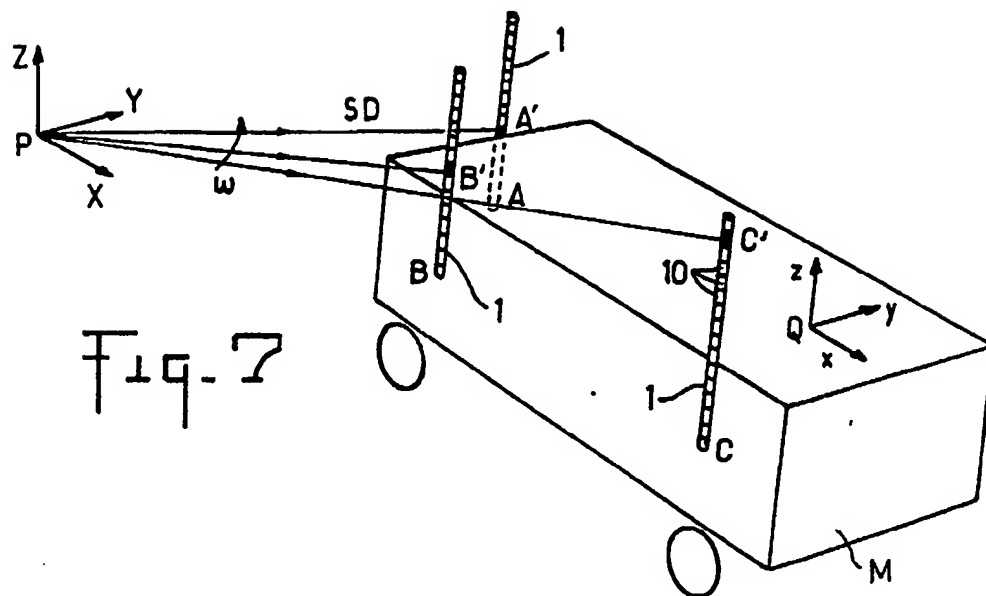
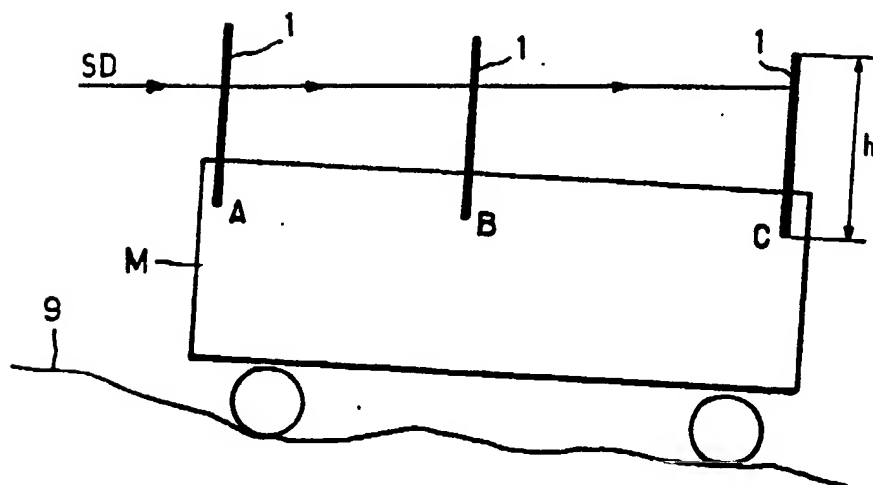
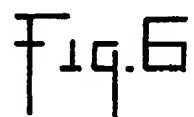


Fig. 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.